©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Psammonstudien II

Das Psammon des Erken in Mittelschweden

Von Agnes Ruttner-Kolisko

(Aus der Biologischen Station Lunz und dem Erkenlaboratorium des Limnologischen Institutes Uppsala)

Mit 4 Textabbildungen und 1 Tafel

(Vorgelegt in der Sitzung am 8. Mai 1954)

Im Anschluß an die Psammonstudien in Schwedisch-Lappland (Ruttner-Kolisko 1953) konnten im Verlauf des Monates Oktober 1952 einige Sandstellen am Erkensee (Mittelschweden) untersucht werden. Auch diese Untersuchung wurde mit Hilfe des Ohio-State-Fellowship der Intern. Federation of University Women durchgeführt, für dessen Zuerkennung ich bestens zu danken habe! Ebenso danke ich Herrn Laborator Dr. W. Rohde, Uppsala, herzlichst für Überlassung eines Arbeitsplatzes in seinem limnolog. Laboratorium am Erken und für stets hilfsbereite Unterstützung meiner Arbeit!

Der Erken ist mit 26 km² Seefläche der größte See Upplands; seine größte Tiefe beträgt 18,6 m, die durchschnittliche Tiefe des Beckens 10—11 m. Er liegt etwa 15 km von der Küste der Ostsee entfernt und nur 11 m über Meeresniveau. Seine Ufer, die aus gletschergeschliffenem Urgestein und relativ kalkreicher Moräne bestehen, sind zum größten Teil bewaldet, zum anderen Teil Weideland und fast ganz unbesiedelt. Die sehr ausgeprägte Eutrophie des Sees ist nicht kulturbedingt, sondern natürlich. So ist der Erken ein günstiges Objekt für einen Vergleich der Lebensbedingungen im Sand eines extrem oligotrophen arktischen mit denen eines im gemäßigten Klimagebiet gelegenen eutrophen Sees.

Methodik.

Methodisch wurde in genau derselben Weise gearbeitet wie in Abisko, so daß auf eine Beschreibung der Methodik verzichtet und auf die Psammonstudien I verwiesen werden kann. Nur bei der

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Korngrößenbestimmung mußte ich mich am Erken mit 3 Größenkategorien von > 1 mm, 1—0,5 mm und < 0,5 mm, entsprechend den vorhandenen Siebgrößen, begnügen. Dafür konnten hier außer den Oberflächenproben auch einige Vertikalserien entnommen werden, um die Tiefenverteilung der Psammonorganismen festzustellen. Diese Proben wurden in der von Neel 1948 beschriebenen Art entnommen, indem Tuben von bekanntem Durchmesser senkrecht in den Sand eingestochen wurden; die so erhaltene Sandsäule wurde in 1 cm dicke Scheiben zerlegt und jede dieser Scheiben (die in meinem Fall ein Volumen von 8 cm³ hatten) getrennt mit je 10 cm³ Wasser ausgewaschen und untersucht.

Untersuchte Biotope.

Es wurden an 3 in der näheren Umgebung des Erkenlaboratoriums gelegenen Sandstrandstellen Proben entnommen (Abb. 1):

1. In einer sehr tief eingeschnittenen, sich gegen Westen öffnenden Bucht jenseits des Kaps, das die Labor. Bucht gegen Westen abschließt (Punkt 1, Abb. 1). Diese westliche Bucht ist stark mit Schilf verwachsen, es werden dort große Mengen von Wasserblüte, abgebrochenem Schilf und verfaulendem Laub zusammengetrieben, die unmittelbar an der Wasserlinie einen Saum von schwarzem stinkendem Faulschlamm bilden. Erst weiter strandwärts findet sich reiner Sand, der bei der sehr flachen Uferböschung mindestens 2—3 Meter von der Wasserlinie entfernt noch intensiv durchfeuchtet ist. Bei starkem Regen rinnt vom Wald her ein Rinnsal durch den Sand dem See zu.

2. An einer gegen das freie Wasser des Sees vollständig offenen Sanduferstelle, unterhalb des Kinderheims von Norr Malma (Punkt 2, Abb. 1). Die unmittelbare Wellenschlagszone des Hydropsammon ist hier ziemlich breit. Wasserblüte und Pflanzenreste werden kaum angetrieben, der Sand ist bis zur Wasserlinie rein, nur nahe des Waldrandes durch den Laubfall mit Blättern bedeckt. Die Böschung des Strandes ist steiler als bei Stelle 1.

3. In einer kleinen flachen Bucht an der Spitze der Halbinsel Norr Malma (Punkt 3, Abb. 1). Das Ufer ist ähnlich wie bei Stelle 2.

Am 4. und 5. X. wurden in der westlichen Bucht (P. 1) orientierende qualitative Psammonproben entnommen, ohne auf physikalische Messungen und Organismenzählungen einzugehen. An der Uferlinie ist der Sand von einer bis zu 10 cm dicken Schichte verfaulender organischer Substanz bedeckt, in der eine üppige Sapropelfauna lebt. Der darunterliegende Sand enthält

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

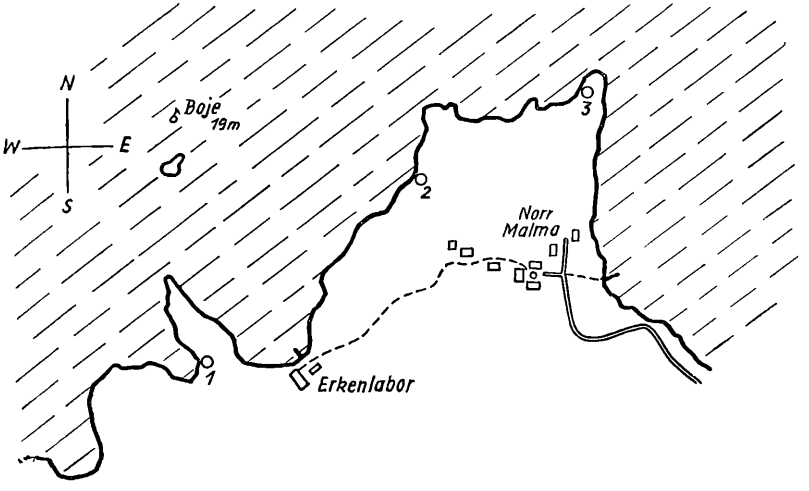


Abb. 1. Lageskizze der Entnahmestellen. 1 = Westliche Bucht; 2 = Ufer unterhalb des Kinderheims; 3 = Norr Malma-Spitze.

keine Organismen; dagegen findet sich im reinen unbedeckten Sand etwa 2 m von der Uferlinie eine Organismengemeinschaft, die vorwiegend aus Ciliaten, Rotatorien (durchwegs Psammonarten!), Diatomeen, Harpacticiden und Nematoden besteht; Oligochäten, Turbellarien, Tardigraden sind weniger häufig. Es findet sich also hier eine reiche Eupsammonbiocönose, die vom Litoral des Sees durch die erwähnte Sapropelzone abgeschnitten ist.

Am 9. X. wurde nach heftigem Wind am Vortag bei Regen in der westlichen Bucht (P. 1) eine Serie entnommen. Der faulende Ufersaum ist durch den Sturm weggewaschen. Lufttemperatur + 8,0°, Seewasser 6,0°.

	Temperatur °C	Wassergehalt Vol.-%	Korngröße Gewichts-% > 1	1—0,5	< 0,5	mittl. Ø mm	Indiv./cm³ Amöben	Flagellaten	Ciliaten	Rotatorien	Nematoden	Oligochäten	Turbellarien	Tardigraden	Harpacticiden	Chironomiden	Bdelloide	Diatomeen	Blaualgen
Hydrops.	6,0	35	55	5	40	0,62	–	432	250	–	7	1	—	—	4	2	1	372	—
Hygrops.	6,0	45	6	32	62	0,28	—	375	75	4	—	—	—	—	—	—	—	100	—
Eups.	5,8	37	16	25	59	0,34	72	1000	300	84	12	—	1	1	—	2	2	880	25

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Eine zweite Serie wurde am 14. X. entnommen. Der Strand ist infolge der inzwischen niedergegangenen Regengüsse zum Teil überschwemmt, daher mußten die Proben etwa 5 m näher zum Land entnommen werden; das kleine Quellrinnsal läuft vom Wald her über den Strand, der mit Laub und Pflanzenresten dicht bedeckt ist. Lufttemperatur 3,6°, Uferwasser 4,9°.

	Temperatur °C	Wassergehalt Vol.-%	Korngröße Gewichts-%				Indiv./cm³													
			> 1	1—0,5	< 0,5	mittl. Ø mm	Amöben	Flagellaten	Ciliaten	Rotatorien	Nematoden	Oligochäten	Tardigraden	Harpacticiden	Chironomiden	Collembolen	Bdelloide	Diatomeen	Blaualgen	Grünalgen
Hydrops.	4,8	47	78	9	13	0,84	—	372	582	—	25	—	—	14	1	1	—	132	50	—
Hygrops.	4,7	53	41	43	16	0,64	25	660	312	12	1	—	1	5	—	—	—	384	12	25
Eups.	5,3	16	8	57	35	0,40	—	684	15	—	12	1	—	—	—	8	1	50	—	—

Schon zwischen der ersten qualitativen Untersuchung und der ersten Zählung hat sich der Organismenbestand verändert und ist verarmt; das gilt noch mehr für den Zeitraum zwischen den beiden quantitativen Entnahmen, wo erstens die Regengüsse eine merkliche Verminderung der Sandbesiedlung gebracht haben und zweitens durch das Steigen des Wasserstandes eine Verschiebung innerhalb des Biotops eingetreten ist. Die Organismen haben die Wasserstandsschwankungen nicht so schnell mitgemacht, so daß man in Serie 2 die Hauptmengen näher der Wasserlinie findet bzw. im neuen Eupsammon bereits mehr ländliche Formen auftreten (Collembolen, Nematoden, Bdelloide). Sicher wirkt auch das ständig durch den Sand fließende Regen- und Quellwasser rein mechanisch im Sinne einer Verschiebung gegen den See zu. Jedenfalls befand sich während der ganzen Untersuchungszeit die Sandbiocönose der westlichen Bucht in einem labilen Zustand, der in einer Verschiebung gegenüber dem ansteigenden Wasserniveau und in einer qualitativen und quantitativen Abnahme des Bestandes zum Ausdruck kam. Die gefundenen cm³-Zahlen sind daher relativ niedrig und haben noch mehr als sonst nur grob größenordnungsmäßigen Wert. Als Maß für die Besiedlungsdichte während des ganzen Jahres können sie kaum verwendet werden.

In der Bucht unterhalb des Kinderheims (P. 2) wurde am 8. X. die erste Serie bei starkem Wind und Regen entnommen. Der See

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

hatte hohen Wellengang und überspülte eine breite Sandstrecke. Der Sand ist rein bis auf einige Blätter vom Laubfall. Lufttemperatur 4,2°, Uferwasser 8,2°.

	Temperatur °C	Wassergehalt Vol.-%	Korngröße Gewichts-% > 1	1—0,5	< 0,5	mittl. Ø mm	Indiv./cm³ Flagellaten	Ciliaten	Rotatorien	Nematoden	Oligochäten	Tardigraden	Collembolen	Bdelloide	Diatomeen	Blaualgen	Grünalgen
Hydrops.	8,0	41	76	15	9	0,84	34	28	—	—	—	—	—	1	9	—	—
Hygrops.	8,0	39	60	15	25	0,70	575	450	32	1	—	—	—	2	200	—	125
Eups.	6,0	17	10	40	50	0,35	2250	25	50	13	3	1	6	1	—	10000	—

Durch den starken Wellenschlag ist der Sand bis weit gegen das Ufer zu durchfeuchtet, die Entnahmestellen sind landwärts verschoben. Das zeigt sich in der Zusammensetzung der Besiedlung, vor allem in dem Massenauftreten von Blaualgen (makroskopisch merkbarer blauer Sandhorizont) sowie im geringen Wassergehalt der Eupsammon-Probe, die schon am steiler geböschten Hang entnommen ist. Vielleicht ist auch das sehr auffällige Fehlen von Diatomeen im Eupsammon durch diese Verschiebung gegen das Land zu erklären.

Eine 2. Serie wurde am 15. X. unter ähnlichen Wetterverhältnissen entnommen wie die erste. Lufttemperatur 5,6°, Wassertemperatur 6,9°. Keine Probe aus dem Hydropsammon, dafür im Eupsammon 2 Proben in 1 und 2 m Entfernung von der Wasserlinie.

	Temperatur °C	Wassergehalt Vol.-%	Korngröße Gewichts-% > 1	1—0,5	< 0,5	mittl. Ø mm	Indiv./cm³ Flagellaten	Ciliaten	Rotatorien	Nematoden	Collembolen	Diatomeen	Blaualgen
Hygrops.	6,0	42	5	1	94	0,15	36	12	—	—	—	84	1656
Eups. 1	5,3	39	4	4	92	0,15	1584	648	24	10	1	326	—
Eups. 2	5,3	12	4	5	91	0,16	40	—	—	1	—	50	25

War schon die erste Serie weniger mannigfaltig als in der westlichen Bucht, so ist diese zweite infolge des andauernden

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Schlechtwetters noch mehr verarmt. Von Interesse ist sie hauptsächlich wegen der völlig gleichen Kornzusammensetzung in allen drei Stufen. Die Differenzen in Wassergehalt und Organismenbesiedlung sind hier also ausschließlich durch die verschiedene Entfernung vom Wasser und die damit zusammenhängenden Milieuänderungen bedingt.

Die dritte Entnahmestelle an der Spitze der Halbinsel wurde erstmals am 11. X. bei wechselnder Bewölkung, Wind und Regenschauern untersucht. Lufttemperatur 5,8°, Wassertemperatur 8,4°. Auch hier ist kein Sapropelsaum vorhanden.

	Temperatur °C	Wassergehalt Vol.-%	Korngröße Gewichts-% > 1	1—0,5	< 0,5	mittl. Ø mm	Indiv./cm³ Flagellaten	Ciliaten	Rotatorien	Nematoden	Tardigraden	Collembolen	Bdelloide	Diatomeen	Blaualgen	Grünalgen
Hydrops.	8,0	47	50	40	10	0,71	30	36	—	—	—	—	1	150	—	10
Hygrops.	7,3	37	50	40	10	0,71	36	72	—	—	—	—	—	800	—	25
Eups.	6,4	28	4	4	92	0,15	150	500	50	3	1	16	2	700	100	3000

Die Besiedlung von Hydro- und Hygropsammon ist bei gleicher Korngröße und Wassersättigung des Sandes weitgehend ähnlich. Das Eupsammon ist viel feinkörniger, hat Wasserdefizit und eine viel reichere Fauna, vor allem aber eine auffallend üppige Algenvegetation.

	Temperatur °C	Wassergehalt Vol.-%	Korngröße Gewichts-% > 1	1—0,5	< 0,5	mittl. Ø mm	Indiv./cm³ Amöben	Flagellaten	Ciliaten	Rotatorien	Nematoden	Oligochäten	Turbellarien	Collembolen	Bdelloide	Diatomeen	Blaualgen	Grünalgen
Hygrops.	7,2	43	40	42	18	0,63	—	25	60	1	12	1	—	—	—	4120	240	180
Eups. 1	6,2	32	2	3	95	0,13	10	250	180	4	25		1	1	—	56	36	10
Eups. 2	6,1	23	1	10	89	0,15	1	12	—	—	50	—	—	—	1	—	132	—

Eine zweite Serie, am 16. X. entnommen, sollte daher hauptsächlich das Eupsammon erfassen; es wurde wieder das Hydro-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

psammon weggelassen zugunsten einer 2. Eupsammon-Probe in 2 m Entfernung von der Wasserlinie. Lufttemperatur 7,4°, Wassertemperatur 7,4° bei Regen und Windstille.

Die Hauptentwicklung des Algensaums liegt diesmal im Hygropsammon, unmittelbar an der Wasserlinie; das ist erklärlich durch den zwischen den beiden Entnahmen erfolgten Anstieg des Seespiegels infolge der heftigen Niederschläge. Eine Anhäufung von Flagellaten und Ciliaten zeigt sich in 1 m Entfernung vom Wasser; 2 m entfernt, unter einer dicken Schicht von Fallaub, finden sich nur mehr farblose Flagellaten, Nematoden, Bdelloide und Blaualgen, eine schon sehr ländliche Biocönose. Auch dieser Biotop, der sich nicht sehr wesentlich von der Entnahmestelle 2 unterscheidet, zeigt eine bedeutend ärmere Psammonentwicklung als die westliche Bucht.

Es zeigen also die am Erken untersuchten Proben ebenso wie die aus Lappland, daß der Grad der lokalen Eutrophierung für die Psammongesellschaft von ausschlaggebender Bedeutung ist. Darüber hinaus sind sie ein Beweis für die unmittelbare und einschneidende Abhängigkeit dieser Biocönose von der Wetterlage, insbesondere von Regenfällen.

Von jeder der 3 Entnahmestellen wurde noch eine Serie zur Feststellung der Vertikalverteilung der Organismen entnommen. Die angegebenen Zahlen beziehen sich auf je 8 cm³ ausgewaschenen Sand. Nur zur Zählung der Rotatorien und Turbellarien mußten stärkere Vergrößerungen und daher kleinere Wassermengen verwendet werden; hier beziehen sich die Zahlen auf $^1/_{10}$ der Probe, also $^8/_{10}$ cm³, Algen, Amöben und Ciliaten wurden nur ungefähr nach ihrer Häufigkeit geschätzt. Die Proben wurden im Eupsammon 1 m von der Wasserlinie entnommen (Tabelle 308/309).

Da die Proben am Ende der dreiwöchigen Regenperiode entnommen sind, die auf die Sandbiocönose einen so entscheidenden Einfluß ausgeübt hat, sind weder die gefundenen Individuenzahlen noch die Tiefenverteilung von allgemeiner Bedeutung. Unter anderen Witterungsverhältnissen und zu einer anderen Jahreszeit mögen sie sich ganz anders gestalten. Immerhin ist es erwähnenswert, daß unter den gegebenen Umständen die Nematoden ihr Maximum in 5—6 cm Tiefe haben, die Oligochäten bis in 10 cm Tiefe reichlich anzutreffen sind, während sich die Rotatorien vorwiegend in den obersten 2 cm aufhalten. Auch die Collembolen (Podura aquatica) finden sich vereinzelt bis in 6 und 8 cm Tiefe, während Ciliaten scheinbar ziemlich gleichmäßig in allen

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

	Norr Malma 16. X.									
Tiefe cm	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10
Diatomeen.....	++	++	++	—	—	—	—	—	—	—
Blaualgen	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—
Grünalgen.....	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—
Amöben.....	—	—	—		—	—	—	—	—	—
Ciliaten	++	+	+	+	—	+	+	+	+	+
Turbellarien	2	—	1	—	1	1	—	—	—	—
Rotatorien.....	14	1	2	1	—	1	—	1	—	1
Nematoden....	30	10	10	7	20	150	80	12	—	3
Oligochäten	4	8	12	5	2	1	24	26	16	23
Harpacticiden	—	—	—	—	2	1	3	2	—	—
Chironomiden..	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Collembolen	20	2	4	4	5	1	—	—	3	—
Milben	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—

Schichten verteilt sind. Algen finden sich naturgemäß nur in den obersten Schichten und scheinen auch nicht passiv in die Tiefe verschleppt zu werden.

Beeinflussende Faktoren.

Die Temperaturschwankungen am Erken zur Zeit der Untersuchung sind unbedeutend. Sowohl Luft- wie Wasser- und Sandtemperaturen bewegen sich in einem Spielraum von nur 3—4°; es kommt bei dem konstant feuchten, regnerischen und sonnenlosen Wetter weder zu besonderer Einstrahlungserwärmung noch zu Verdunstungsabkühlung im Sand. Infolge der stets niedrigen Lufttemperatur, die tiefer liegt als die des Seewassers, herrscht im Psammon während der ganzen Untersuchungszeit ein schwaches Temperaturgefälle vom Wasser zum Land.

Die folgende Tabelle bringt die gemessenen Temperaturen und Abb. 2 den Temperaturgang vom Wasser zum Land in graphischer Darstellung.

Die auffallend tiefen Uferwassertemperaturen in der westlichen Bucht sind bedingt durch das seit Beginn der Regenperiode hier zulaufende kalte Quellrinnsal, das auch den Strandsand überspült. Die geringe Temperaturzunahme zwischen Hydro- und Eupsammon am 14. X. hat ihre Ursache darin, daß die Probe

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Westliche Bucht 18. X.							Kinderheim 19. X.							Individ.-Zahl
0–1	1–2	2–3	3–4	4–5	5–6	6–7	0–1	1–2	2–3	3–4	4–5	5–6	6–7	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	geschätzt
—	—		—	—	—	—	++	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	+	+	++	+	—	++	+	+	—	—	—	—	—	
—	10	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	pro $^{8}/_{10}$ cm³
—	3	—	—	1	—	—	4	—	—	—	1	—	—	
50	50	50	100	100	20	10	10	10	10	20	70	100	300	pro 8 cm³
1	7	5	2	4	2	—	12	6	11	5	6	1	—	
1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
2	1	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	
10	4	—	—	—	—	—	5	3	2	1	2	2	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

wegen der Überschwemmung des Strandes sehr landnahe entnommen wurde, so daß sich hier die Bodenwärme schon etwas auswirkt.

Im Gegensatz zu den in Lappland angetroffenen Verhältnissen hat die Temperatur auf die Psammonbesiedlung während der Untersuchungszeit am Erken sicher keinen Einfluß.

Biotop, Wetter	Kinderheim Wind, Regen	Westl.Bucht zeitweise Regen	N. Malma Regen, Sonne	Westl.Bucht starker Regen	Kinderheim Wind, Regen	N. Malma Regen, windstill
Datum	8. X.	9. X.	11. X.	14. X.	15. X.	16. X.
Luft	4,2°	8,0°	5,8°	3,6°	5,6°	6,7°
Uferwasser	8,2°	6,0°	8,4°	4,9°	6,9°	7,4°
Hydrops.	8,0°	6,0°	8,0°	4,0°	—	—
Hygrops.	8,0°	6,0°	7,3°	4,7°	6,0°	7,2°
Eups. 1	6,0°	5,8°	6,4°	5,3°	5,3°	6,2°
Eups. 2	—	—	—	—	5,3°	6,1°

Eine viel größere Rolle für das herbstliche Erkenpsammon des Jahres 1952 spielt dagegen die Wasserströmung im

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

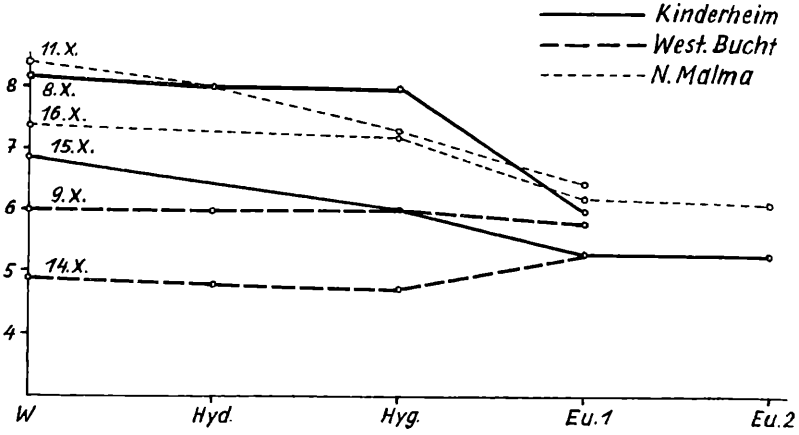


Abb. 2. Temperaturgang im Erkenpsammon.

Sand. Sie kann, wie schon in den Psammonstudien I hervorgehoben wurde, nach 2 Richtungen verlaufen. Erstens entgegen der Gravitation vom Wasser zum Land bei trockenem Wetter; die Strömungsgeschwindigkeit ist dann proportional der Kapillarität und der Verdunstung und umgekehrt proportional dem Böschungswinkel des Strandes. Zweitens in Richtung der Gravitation vom Land zum Wasser wenn Niederschläge fallen; dann ist die Strömungsgeschwindigkeit direkt proportional der Sinkgeschwindigkeit des Wassers im Sand, dem Böschungswinkel und der Intensität des Regens und umgekehrt proportional der Verdunstung und Kapillarität. In beiden Fällen besteht also eine Abhängigkeit von Korngröße und Wassergehalt.

Die Korngröße nimmt vom Wasser zum Land gleichmäßig ab, wie die folgenden Zahlen zeigen:

	Korngröße			
	> 1 mm	1—0,5 mm	< 0,5 mm	%
Hydrops.	60	20	20	100
Hygrops.	40	23	37	100
Eups. 1	13	20	67	100
Eups. 2 . . .	4	24	72	100
Mittel	29	22	49	%

In die Kategorie > 1 mm fallen im Hydropsammon 60% der Sandproben, im 2 m entfernten Eupsammon 2 nur 4%; in die Kate-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

gorie < 0,5 mm im Hydropsammon 20%, im Eupsammon 2 72% des Sandes. Die mittlere Korngröße 1—0,5 mm stellt in allen Proben gleichmäßig etwa 20%. Der Mittelwert der Kornzusammensetzung aus sämtlichen Erkenproben ergäbe: > 1 : 29%; 1—0,5 22%; < 0,5 : 49%.

Diese Korngrößenverteilung widerspricht den Befunden vom Torneträsk ebenso wie den theoretischen Anforderungen, da die gröbsten Sande in der unmittelbaren Brandungszone des Hygropsammon zu erwarten wären, das die stärkste mechanische Beanspruchung aufweist. Es war aber infolge der Regenfälle und Wasserstandsschwankungen während der Untersuchungszeit die Strandlinie im Durchschnitt etwas landwärts verschoben, so daß das Hydropsammon meiner Entnahmen dem Hygropsammon (Strandlinie) der Normalverhältnisse des Sees entspricht.

Das Verhältnis von Korngröße und Wassergehalt ist in der nächsten Tabelle zusammengestellt.

	Hydrops.		Hygrops.		Eups.	
	Wassergehalt	Korngröße	Wassergehalt	Korngröße	Wassergehalt	Korngröße
Kinderheim. ..	41	0,84	40	0,42	23	0,22
Westl. Bucht ...	35	0,62	46	0,56	35	0,46
N. Malma	47	0,71	40	0,67	28	0,14
Mittel	41	0,72	42	0,55	29	0,27

Bei abnehmender Korngröße ist der Wassergehalt im Hydro- und Hygropsammon nahezu gleich und liegt nahe bei 40%, das heißt bei dem Wert, der rein empirisch als durchschnittlicher Wassergehalt natürlicher, gesättigter Sande bekannt ist. (Auf die Notwendigkeit, die theoretisch-physikalischen Beziehungen zwischen Korngröße, Wassergehalt, Kapillarität und Verdunstung in einer gesonderten Arbeit zu behandeln, wurde schon früher hingewiesen. Ruttner-Kolisko 1953.) Im Eupsammon sinkt der Wassergehalt stark ab, da die Sande hier infolge der Uferböschung nur mehr teilweise gesättigt sind.

In Abb. 3 ist die Beziehung von Korngröße und Wassergehalt graphisch dargestellt, wobei nur die gesättigten Proben berücksichtigt wurden, das heißt die, bei denen nach 2 Minuten langem Stoßen das Wasser in der Probe überstand. Es zeigt sich, daß hier im Gegensatz zum Psammon von Abisko der Wassergehalt nicht mit abnehmender Korngröße

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

zunimmt, sondern in keiner erkennbaren Relation zu ihr steht. Es läßt sich leicht rechnerisch ableiten, daß bei absolut einheitlicher Korngröße und Kugelgestalt der Körner der Wassergehalt von der Korngröße unabhängig ist und je nach Dichte der Packung zwischen 26 und 47% liegt. Der Sand des Erken entspricht also besser diesen theoretischen Verhältnissen, und man kann schließen, daß er abgerundetere Formen und einheitlichere Größe haben muß, während am Torneträsk Blättchen, Splitter und kleine Körnchen sich zwischen die groben Körner schieben und so den theoretischen Wasserraum im gröberen Sand verringern. Diesem rein aus den Zahlenverhältnissen abgeleiteten

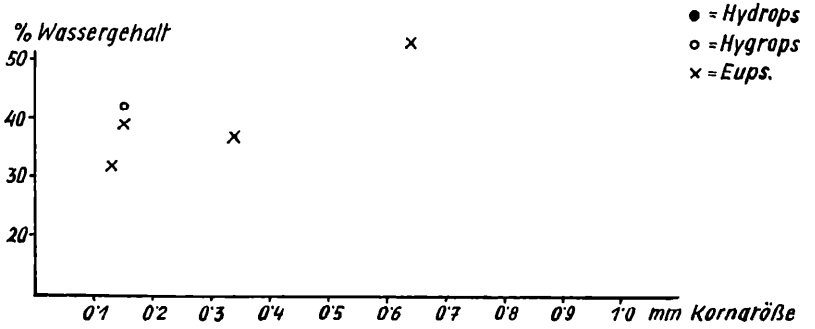


Abb. 3. Korngröße und Wassergehalt im Erkenpsammon.

Schluß entspricht sehr gut das mikroskopische Bild der beiden Sande!

Zum Vergleich mit den Sanden von Abisko gibt die Abb. 4 in derselben Darstellung die Korngrößenverteilung im Erkenpsammon. An allen 3 Entnahmestellen nimmt der grobe Sand (> 1 mm), wie schon erwähnt, vom See zum Lande stark ab. In der Bucht unterhalb des Kinderheims ist die mittlere Korngröße (1 bis 0,5 mm) in allen Psammonstufen ziemlich gleichmäßig und in geringer Menge vorhanden, der Feinsand (< 0,5 mm) nimmt gegen den Strand stark zu. In der westlichen Bucht zeigt sich bei gleichbleibendem Feinsandanteil in allen Stufen eine Zunahme der Mittelgröße vom See zum Land. Der Strand von N. Malma schließlich weist einen starken Sprung in der Kornzusammensetzung zwischen Stufe b und c auf; Hydro- und Hygropsammon bestehen vorwiegend aus grobem und mittlerem Sand, das Eupsammon fast ausschließlich aus Feinsand. Gegenüber der entsprechenden Zusammenstellung vom Torneträsk fällt die einheitlichere Körnung des

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Erkenpsammon auf. Es ist durchaus möglich, daß manche Unterschiede in der Besiedlung der 3 untersuchten Psammonstellen am Erken durch diese Verschiedenheit der Kornzusammensetzung be-

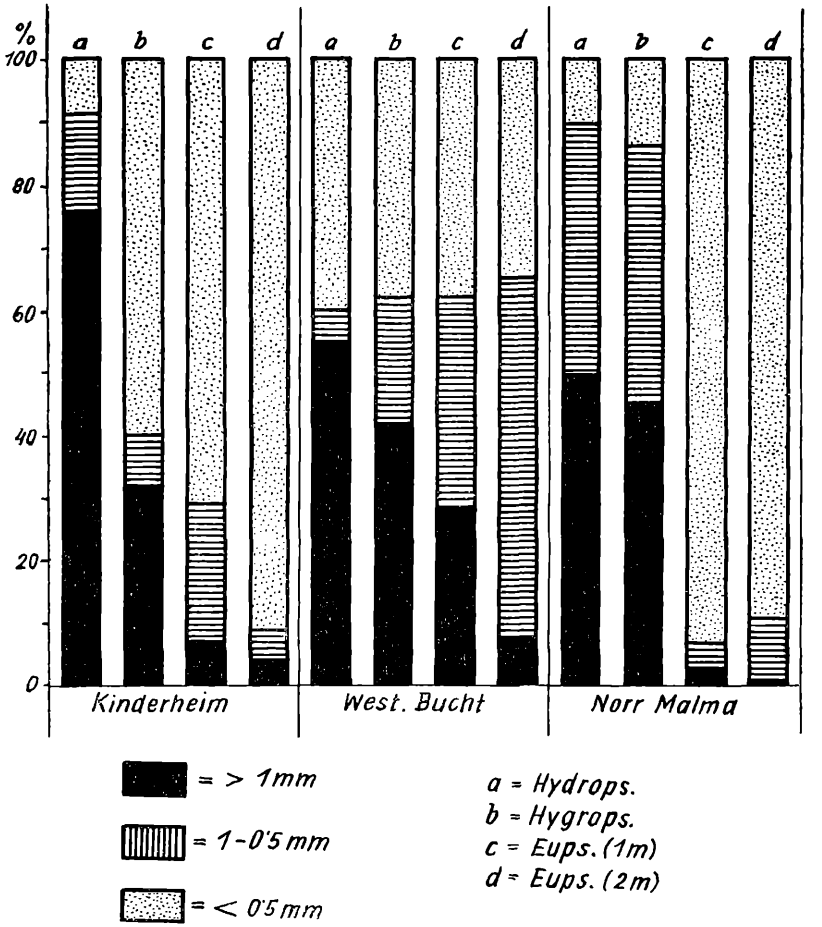


Abb. 4. Kornzusammensetzung der Sandproben.

dingt sind. Ausschlaggebend für die Veränderung bzw. Verarmung der Sandfauna während der Untersuchungszeit waren aber zweifellos die heftigen Regengüsse, die eine lebhafte, seewärts gerichtete Strömung im Sand zur Folge hatten, die sicher ein Vielfaches der kapillaren Wasserströmung ausmachte. Zahlenmäßige Anhalts-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

punkte für die Größe der Regenströmung liegen bei dieser Untersuchung noch nicht vor.

Der Nährstoffgehalt des Wassers wurde am Erken ebenso wie in Lappland nicht direkt gemessen, da ich zu diesem Zeitpunkt noch keine Methode der chemischen Psammonuntersuchung zur Verfügung hatte. Daß aber auch am eutrophen See Differenzen im Nährstoffgehalt des Sandes, wie sie z. B. durch die lokale extreme Eutrophierung der westlichen Bucht gegeben waren, für dessen Besiedlung eine wichtige Rolle spielen, geht schon aus der qualitativen und quantitativen Analyse des Organismenbestandes hervor. Obwohl hier anders als in Abisko eine selbständige Psammonbiocönose besteht (wie bei der Besprechung der Rotatorien noch gezeigt werden wird), ist auch diese in ihrer Menge und Zusammensetzung vom Nährstoffgehalt des angrenzenden Wassers abhängig. Es ist klar, daß die intensiven Regenfälle sich auch auf den Nährstoffgehalt des Psammon auswirken; anstelle des vom See aufsteigenden, mit Nährstoffen beladenen kapillaren Wasserstroms fließt nun nahezu nährstofffreies Niederschlagswasser durch den Sand. Die Wirkung ist um so deutlicher, je eutropher das Milieu ist. Daher kommt die Psammonverarmung durch die Regenperiode in der eutrophierten westlichen Bucht am deutlichsten zum Ausdruck.

Die Psammonrotatorien des Erken.

Von den im Psammon gefundenen Organismen wurden ebenso wie in Lappland nur die Rotatorien eingehender bearbeitet. In den untersuchten Proben wurden folgende 19 Rotatorienarten gefunden[1]:

Bryceella tenella: im Eups. von N. Malma in 7—10 cm Tiefe, vereinzelt. Die Art gilt als psammophil, tritt aber nicht in großer Zahl auf; nur Wiszniewski führt sie als einen häufigen Bestandteil der herbstlichen Psammonbiocönose an.

Cephalodella catellina: im Eups. aller 3 Biotope, häufig, in den obersten 2 cm. Diese in allen litoralen Biotopen verbreitete Art gilt als psammophil und wurde sowohl in Amerika wie in Europa häufig im Psammon angetroffen. In meinen Proben tritt sie im Eups. reichlich, nicht aber im Hydro- und Hygrops. auf; wäre sie nur zufällig aus anderen Biotopen eingeschwemmt, so müßte man die Art im wassernahen Hydro- und Hygrops. mindestens ebenso

[1] Für die freundliche Überprüfung einzelner Bestimmungen danke ich Herrn B. Berzins, Aneboda, herzlichst!

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

häufig finden wie im Eups.; daß sie hier deutlich vermehrt auftritt, läßt darauf schließen, daß *C. catellina* mit Recht zu den Psammonrotatorien zu rechnen ist.

Cephalodella gibba: im Hydro-, Hygro- und Eups. aller 3 Biotope, aber nicht häufig; in den obersten 2 cm. Die Art ist in allen bisherigen Psammonlisten als psammophil angeführt. Die Verteilung in meinen Proben deutet darauf hin, daß *C. gibba* hier nicht eine typische Psammonform darstellt, aber als eurytope Art im Sand gelegentlich ebenso leben kann wie in anderen Litoralbezirken.

Collotheca wiszniewskii (Taf. 1, Fig. 1). Die von Varga gegebene Artbeschreibung stimmt mit meinen Tieren nicht vollständig überein. Vor allem konnte ich nichts von einer Gallerthülle bemerken; allerdings sah ich in meinen Proben die Tiere nie mehr an Sandteilchen festgeheftet, sondern stets durch das Auswaschen losgerissen. Dabei kann die Gallerthülle zerstört oder verlassen worden sein. Weiters sah ich an meinen Tieren immer 2 Augenflecke, die nach Varga nur den jungen Tieren zukommen sollen; die Maße meiner Tiere waren etwas kleiner als die bei Varga angegebenen (Varga 260—320 μ Länge, meine Tiere 210—250 μ Länge). Auch die starren Cilienbüschel sah ich nicht annähernd so prächtig ausgebildet wie Varga sie zeichnet und beschreibt, doch kann auch das daran liegen, daß mir nur losgerissene Tiere zur Verfügung standen. Auch Edmondson beschreibt aus einem von Neel gesammelten Psammonmaterial ein kontrahiertes Exemplar einer *Collotheca,* das er mit Fragezeichen mit *Coll. wiszniewskii* identifiziert. Ich halte es für äußerst wahrscheinlich, daß es sich bei allen Funden um dieselbe Art handelt. Die Tatsache, daß ein festsitzendes und auf Nahrungserwerb mit Hilfe eines weit ausgebreiteten Reusenapparates eingerichtetes Tier sich auf das Leben im Sand spezialisiert hat, ist an sich schon sehr merkwürdig; es ist schwer anzunehmen, daß innerhalb derselben Gattung diese Spezialisation mehrmals vorkommt. In meinen Proben trat die Art im Eups. der westlichen Bucht häufig auf. Sie ist sehr wahrscheinlich als psammobiont zu bezeichnen. Eine eingehende biologische Studie von *Collotheca wiszniewskii* wäre eine reizvolle, wenn auch etwas schwierige Aufgabe!

Colurella colurus: im Eups. von N. Malma in 2—4 cm Tiefe. Die Art wird von allen Psammonforschern als psammophil angegeben, ist aber auch in anderen Biotopen häufig; sie fehlt nur in den Listen von Myers.

Colurella obtusa: sehr häufig im Hygro- und Eups. aller 3 Fundplätze in den obersten 2 cm. Die Art wird von Wiszniewski

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

als psammoxen, von den amerikanischen Forschern als psammophil betrachtet. Am Erken stellt sie eine der Charakterformen der herbstlichen Psammonbiocönose dar.

Dicranophorus forcipatus: wurde nur vereinzelt im Eups. der westlichen Bucht in 4—5 cm Tiefe gefunden. Bisher von Wiszniewski, Varga und Neel angeführt; spielt offenbar keine wesentliche Rolle im Psammon.

Dicranophorus hercules: im Eups. aller 3 Biotope, Oberfläche bis 3 cm Tiefe, häufig. Körperlänge 300 μ, Zehen 75 μ, Kauer 50 μ. Diese von Wiszniewski aus dem Psammon polnischer Seen beschriebene Art ist offenbar eine Charakterform der Sandbiocönose eutropher Seen. Sie wurde bisher nur im Psammon gefunden. Meine Tiere entsprechen in den Körpermaßen gut der var. *capucinoides* (Wiszn), nehmen aber bezüglich der Kauerbezahnung eine Mittelstellung zwischen dieser und der var. *typica* ein, da der linke Ramus sowohl einen großen als auch kleine Zähne aufweist (Taf. 1, Fig. 2 und 2 a). *D. hercules* findet sich in allen bisher publizierten Psammonrotatorienlisten als psammobiont.

Dicranophorus leptodon: in den obersten 2 cm des Eups. von N. Malma, jedoch selten. Die Art wurde ebenso wie die vorhergehende von Wiszniewski aus dem Psammon neu beschrieben und wird als psammobiont bezeichnet, kommt aber auch in anderen Biotopen vor. Körper 130 μ, Zehen 60 μ (Taf. 1, Fig. 3).

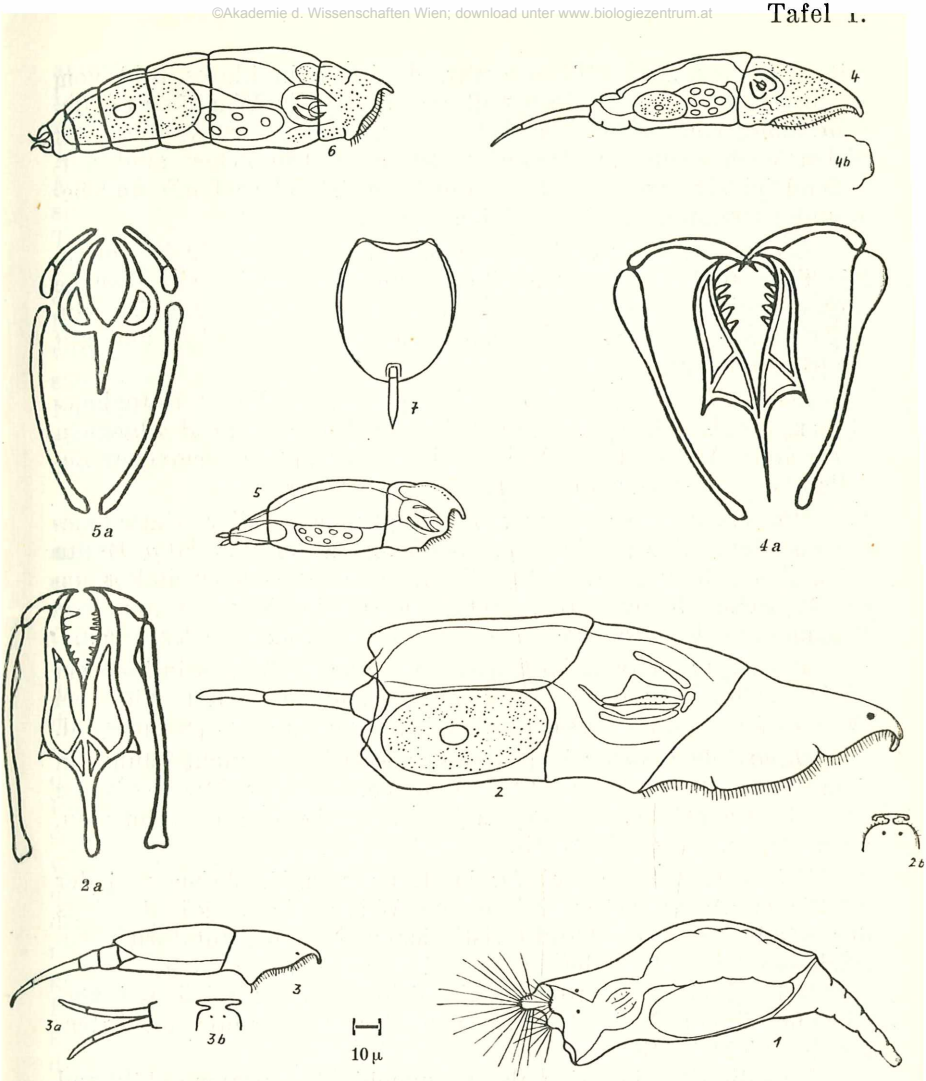
Dicranophorus lütkeni: im Eups. der westlichen Bucht und von N. Malma, selten. In allen Psammonlisten angeführt, psammophil (Taf. 1, Fig. 4).

Elosa worrallii: im Eups. der westlichen Bucht, nicht selten. Über die Häufigkeit und die ökologischen Ansprüche dieses Tieres gehen die Ansichten auseinander. Wiszniewski bezeichnet es als psammophil und als Vertreter von *E. spinifera* im sauren Milieu. Varga fand es am Balaton auch im alkalischen Bereich und so häufig, daß er es für psammobiont hält.Die amerikanischen Autoren führen *E. worrallii* als psammophil an.

Encentrum diglandula: im Eups. beim Kinderheim, oberflächlich, vereinzelt. Gesamtlänge 100—120 μ, Zehen 15 μ, Kauer 25 μ (Taf. 1, Fig. 5). Meine Exemplare haben nur zwei Drittel der von Wiszniewski angegebenen Körperlänge, stimmen aber in den übrigen Maßen und mit der Beschreibung und Abbildung dieses Autors gut überein. Die Art ist nach Wiszniewski und Pennak psammobiont.

Encentrum incisum (?): in 2 m Entfernung vom Wasser, zwischen Equiseten und faulendem Laub traf ich im oberflächlichen Sand in wenigen Exemplaren eine *Encentrum*-Art, die nicht

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at



(Alle Habitusbilder im selben Maßstab vergrößert.)

Fig. 1. *Collotheca wiszniewskii.*
Fig. 2. *Dicranophorus hercules*; Fig. 2a. Kauer; Fig. 2b. *Rostrum.*
Fig. 3. *Dicranophorus leptodon*; Fig. 3a. Zehen; Fig. 3b. *Rostrum.*
Fig. 4. *Dicranophorus lütkeni*; Fig. 4a. Kauer; Fig. 4b. *Rostrum.*
Fig. 5. *Encentrum diglandula*; Fig. 5a. Kauer.
Fig. 6. *Encentrum incisum.*
Fig. 7. *Monostyla closterocerca.*

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

mit Sicherheit zu bestimmen war, da ich kein klares Bild vom Kauer erhalten konnte. Sie paßt am besten zu Wulferts Beschreibung von *E. incisum* (Taf. 1, Fig. 6), doch wurde diese Art bisher noch nicht im Psammon gefunden. Die Zehen sind auffallend winzig, ein Auge fehlt, die Form ist sehr lebhaft und beweglich. Gesamtlänge 200 μ, Zehen 5 μ.

Lecane inquieta: im Eupsammon der westlichen Bucht, selten. Die Tiere sind am besten an ihrer schnellen und für eine Lecane ungewöhnlichen Beweglichkeit zu erkennen. Die Art ist von Myers aus nordamerikanischem Psammon beschrieben und gilt als psammobiont.

Lecane luna: im Hygro- und Eupsammon aller 3 Entnahmestellen, oberflächlich, in geringer Anzahl. Die im Litoral allgemein verbreitete Art wird von Wiszniewski als psammoxener Zufallsfund, von Pennak als psammophil gewertet.

Monostyla closterocerca: im Eupsammon aller Entnahmestellen, nicht allzu häufig, bis 2 cm Tiefe. Panzerlänge 80 μ, Breite 72 μ, Zehen 35 μ (Taf. 1, Fig. 7). Es handelt sich zweifellos um die typische closterocerca, nicht um die in Amerika aus dem Psammon neubeschriebene nahe verwandte *M. paraclosterocerca.*

Monostyla hamata: im Eupsammon von N. Malma, in 5—6 cm Tiefe, selten. Vielleicht ein Zufallsfund; die Art gilt bei Wiszniewski als psammoxen, bei Pennak als psammophil.

Monostyla lunaris: im Eups. der westlichen Bucht häufig, in dem von N. Malma vereinzelt. In den obersten 2 cm. Die Art ist im Litoral allgemein verbreitet; nach Wiszniewski psammoxen, nach Pennak psammophil.

Trichocerca taurocephala: im Eups. von N. Malma und der westlichen Bucht, selten. Diese von Wiszniewski als eines der häufigsten und charakteristischsten Psammonrotatorien bezeichnete Art fehlt in den amerikanischen Psammonlisten.

Bdelloide Rotatorien, die nicht allzu zahlreich und vorwiegend in größerer Distanz von der Wasserlinie auftraten, wurden nicht bestimmt.

Was die Klassifikation als „psammobiont", „psammophil" und „psammoxen" anlangt, so ist es verständlich, daß die Wertung, die den einzelnen Species von den verschiedenen Autoren gegeben wurde, oft recht verschieden ausgefallen ist, je nach Art des jeweils untersuchten Biotops. Es ist kaum möglich, für die einzelnen im Sand gefundenen Rotatorienarten den Grad ihrer Affinität zu diesem Milieu allgemein festzulegen; dieselbe Art, die in einem Psammonbiotop nur als zufälliger Gast auftritt, kann in einem

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

anderen zu einer Leitform der Biocönose werden. Denn daß der Lebensraum „Psammon" nicht überall, wo man ihn antrifft, dasselbe bedeutet, sondern je nach Klima, geographische Lage und Trophiegrad des angrenzenden Wassers ein recht verschiedenes Milieu darstellen und dementsprechend auch recht verschieden besiedelt sein kann, zeigt deutlich der Vergleich von Erken und Torneträsk. Die relativ kurze Untersuchungszeit von 3 Wochen unter herbstlichen bis spätherbstlichen Verhältnissen und während einer kontinuierlichen Regenperiode, die sehr rasch und gründlich zu einer Auswaschung des Psammon führte, erlaubt natürlich weder Schlüsse auf die gesamte Rotatorienbesiedlung des Erkensandes noch auf das ökologische Verhalten der einzelnen Arten. Für einen Vergleich mit den unter ähnlichen herbstlichen Verhältnissen durchgeführten Psammonstudien am Torneträsk bietet sie aber eine brauchbare Basis.

Die Rotatorienfauna des Sandstrandes am Erken weist eine weitgehende Übereinstimmung mit dem Psammon des Wigry-Sees und anderer eutropher polnischer Seen auf. Abgesehen von dem etwas unsicheren Fund von *Encentrum incisum* fehlen nur zwei der von mir gefundenen Arten, *Collotheca wiszniewskii* und *Lecane inquieta,* in den Listen Wiszniewskis. Ob sie im Psammon polnischer Seen tatsächlich nicht vorkommen oder nur zufällig in den Proben nicht angetroffen wurden, so wie mir sicher eine Menge der von Wiszniewski aufgezählten Arten entgangen sind, obwohl sie im Erkenpsammon leben, ist eine noch offene Frage. Bei der großen Ähnlichkeit, die im allgemeinen zwischen den beiden Rotatorienbiocönosen herrscht, möchte ich das letztere für wahrscheinlicher halten. Es sind hier die typischen Psammonarten entwickelt, wenn man unter „typisch" eben die Formen verstehen will, die zuerst ausführlich beschrieben wurden und die Biocönose, von der ausgehend der feuchte Sand ein bekannter Lebensraum wurde, nämlich der Sandstrand des stark eutrophen baltischen Sees. Dagegen fällt die vollständig andersartige Zusammensetzung der Psammonrotatorien am lappländischen oligotrophen Torneträsk sofort auf. Hier treffen wir fast nur Litoralformen und diese in deutlicher Abhängigkeit vom angrenzenden Wassermilieu (siehe Psammonstudien I). Von den insgesamt 6 Rotatorienarten aus Abisko, die schon vorher aus Psammonbiotopen bekannt waren, sind nur 3 für Torneträsk und Erken gemeinsam, und zwar 3 allgemein verbreitete Litoralformen: *Cephalodella gibba, Colurella colurus* und *Monostyla closterocerca.*

So zeigt der Vergleich dieser beiden schwedischen Seen deutlich, in wie hohem Maß die

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Psammonbiocönose von dem ökologischen Gesamtcharakter des Sees bedingt ist.

Die im Erken gefundenen Psammonrotatorien verteilen sich auf die untersuchten Biotope in folgender Weise:

	Westl. Bucht			Kinderheim			Norr. Malma		
	Hd.	Hg.	Eu.	Hd.	Hg.	Eu.	Hd.	Hg.	Eu.
Bryceella tenella									+
Cephalodella catellina			+			+			+
Cephalodella gibba	+	+	+		+				
Collotheca wiszniewskii			+						
Colurella colurus									+
Colurella obtusa		+	+		+	+			+
Dicranophorus forcipatus			+						
Dicranophorus hercules			+			+			+
Dicranophorus leptodon									+
Dicranophorus lütkeni			+						+
Elosa worrallii			+						
Encentrum diglandula						+			
Encentrum incisum									+
Lecane inquieta			+						
Lecane luna			+		+				+
Monostyla closterocerca			+			+			+
Monostyla hamata									+
Monostyla lunaris			+						+
Trichocerca taurocephala			+						+
Gesamtzahl der Arten	13			7			13		

Sämtliche 19 Arten kommen also im Eupsammon vor, aber nur 3 im Hygro- und 1 im Hydropsammon. Diese Tatsache spricht sehr eindringlich für die Selbständigkeit der Psammonbiocönose des Erken und für ihre Unabhängigkeit vom angrenzenden Litoral des Sees. Selbst Arten wie *Cephalodella catellina* oder *Colurella obtusa,* die im Litoral des Sees reichlich vorhanden sind, gehen nicht kontinuierlich in das Psammon über, sondern fehlen im Hydropsammon und treten erst wieder im Eupsammon reichlich auf. Ebenso sind mir im Erkenpsammon keine Zufallsfunde von eingeschwemmten Planktonrotatorien vorgekommen. Die Verhältnisse liegen hier wesentlich anders als im

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Psammon von Abisko, wo die Abhängigkeit der Biocönose vom freien Wasser auch in der Verteilung der Arten innerhalb des Biotops zum Ausdruck kommt.

Der Sandstrand beim Kinderheim zeichnet sich mit nur 7 Arten gegenüber je 13 an den beiden anderen Entnahmestellen durch eine relative Armut der Rotatorienfauna aus.

Die in derselben Weise wie in Abisko als Durchschnitt aus allen Zählungen errechneten mittleren Individuenzahlen pro Kubikzentimeter liegen ganz auffallend niedrig, nicht nur im Verhältnis zu den Angaben von Wiszniewski, sondern selbst im Vergleich zu Abisko. Das hängt meines Erachtens mit der schon mehrfach erwähnten Tatsache zusammen, daß die Untersuchungszeit in eine intensive Regenperiode fiel, die die Psammonlebewelt innerhalb weniger Tage gründlich dezimierte. Waren bei der jeweils ersten Entnahme (vom 8.—11. X.) an allen 3 Entnahmestellen im Eupsammon noch durchschnittlich 50 bis 80 Rotatorien pro Kubikzentimeter zu finden, so zeigte die zweite Serie von Entnahmen (vom 14.—16. X.) ein vollständiges Fehlen der Rädertiere im Eupsammon aller 3 Biotope oder nur gelegentliche Einzelfunde (siehe Tabellen S. 304—306). Die Mittelwerte aus diesen beiden Serien ergaben dann die sicher untypischen, auch für die späte Jahreszeit zu tief gelegenen Individuenzahlen:

	Westl. Bucht	Kinderheim	Norr Malma	Mittel
Hydrops.	0	0	0	0
Hygrops.	8	16	1	8
Eups.	42	37	27	35
Mittel	17	18	9	

Auch die ganz extrem geringen Werte der N.-Malma-Proben liegen wahrscheinlich nicht am Biotop, sondern an der Tatsache, daß diese Entnahmen jeweils die letzten in der Reihe waren, so daß sich hier der verheerende Einfluß des Regens noch mehr geltend machte. Eine bisher noch gar nicht angeschnittene sehr interessante Detailfrage der Psammonforschung wird es sein, festzustellen, wie und wo die einzelnen Glieder einer Psammonbiocönose solche ungünstige Milieubedingungen überdauern und in welcher Weise sich die gesamte Lebensgemeinschaft wieder regeneriert.

Was aber trotz der niedrigen Zahlenwerte gut zum Ausdruck kommt, ist die Abnahme sowohl der Arten- wie der Individuenzahl vom Eupsammon zum See:

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

	Hydrops.	Hygrops.	Eups.
Artenzahl	1	4	19
Indiv.-Zahl	0	8	35

Diese Art der Verteilung steht im Gegensatz zu meinen eigenen Befunden am Torneträsk, wo das Hygropsammon am dichtesten besiedelt war, und zu den Angaben von Wiszniewski, der auch im Hygropsammon den größten Arten- und Individuenreichtum fand (Max. Individuenzahl 3500/cm³!). Bei den verschiedenen von Pennak im Wisconsingebiet untersuchten Sanden schwankte das Maximum der Rotatorienentwicklung an den einzelnen Seen von 0—1 m von der Wasserlinie, und die ermittelten Individuenzahlen differierten in der Größenordnung sogar im Verhältnis 1 : 1000! Es wird noch einer viel eingehenderen Kenntnis der Milieufaktoren und ihrer Auswirkung auf die Sandfauna bedürfen, ehe man es wagen kann, eine Erklärung für solche große Differenzen in der Organismenverteilung zu suchen.

Die an allen 3 Entnahmestellen durchgeführten Vertikalserien ergaben folgendes Bild von der Tiefenverteilung der Rädertiere:

Tiefe cm	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10
Indiv.-Zahl/cm³	22	5	3	1	2	1	0	1	0	1
Artenzahl	8	2	2	1	2	1	0	1	0	1

Sowohl die Individuen- wie die Artenzahl nimmt nach der Tiefe zu sehr rasch ab; unterhalb 3 cm werden nur mehr einzelne Zufallsfunde angetroffen. Die 13 in den Vertikalserien gefundenen Arten verteilen sich in folgender Weise auf die Tiefenstufen (siehe Tabelle auf Seite 22).

Nur *Bryceella tenella* wurde ausschließlich in den tiefen Sandschichten gefunden, alle anderen Arten kommen auch (in anderen Proben) in den Oberflächenschichten vor.

Zusammenfassung.

1. Zum Vergleich mit dem Psammon des oligotrophen, arktischen Torneträsk (Ruttner-Kolisko 1953), wurden im Oktober 1952 an dem stark eutrophen Erkensee in Mittelschweden an verschiedenen Stellen Sandproben untersucht.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Tiefe cm	0—1	1—2	2—3	3 4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10
Bryceella tenella								+		+
Cephalodella catellina	+									
Cephalodella gibba	+									
Colurella colurus			+	+						
Colurella obtusa	+									
Dicranophorus forcipatus					+					
Dicranoforus hercules	+		+							
Dicranophorus leptodon	+									
Encentrum diglandula	+									
Lecane luna		+								
Monostyla closterocerca		+								
Monostyla hamata						+				
Monostyla lunaris	+									

2. Die Proben wurden an drei nahe beieinander gelegenen, ökologisch etwas verschiedenen Stellen entnommen. Von diesen fällt die Bucht westlich des Laboratoriums besonders auf, wo durch lokale Eutrophierung infolge Anschwemmung von Wasserblüte und anderem organischem Detritus eine intensivere und mannigfaltigere Psammonbiocönose zur Ausbildung kommt als am offenen Strand.

3. Die ermittelten Organismenzahlen können nicht als repräsentativ für den ganzen Jahreszyklus des Psammon angesehen werden, da durch heftige Regengüsse und Überschwemmung des Strandes die Fauna auffallend verarmte.

4. In vertikaler Richtung ist eine deutliche Schichtung der Organismen zu bemerken; Algen, Turbellarien, Rotatorien und Collembolen sind auf die obersten 3 cm beschränkt. Nematoden zeigen ein Maximum in etwa 5—6 cm Tiefe; Ciliaten und Oligochäten sind ziemlich gleichmäßig bis in 10 cm Tiefe verteilt.

5. Von den gemessenen Milieufaktoren ist die herbstliche Sandtemperatur am Erken sehr gleichmäßig und sicher ohne Einfluß auf die Biocönose. Die Korngröße des Sandes nimmt vom Wasser zum Lande gleichmäßig ab. Der Wassergehalt ist in allen gesättigten Proben, unabhängig von der Korngröße, etwa 40%; nur in dem zum Teil ungesättigten Eupsammon sinkt er stark ab. Alle diese Außenfaktoren gestalten sich wesentlich anders als am Torneträsk.

6. Die im Erkenpsammon auftretenden Rotatorienarten, ihre Verteilung (sowohl nach Arten- wie nach Individuenzahl) läßt

darauf schließen, daß hier die Psammonbiocönose eine sehr selbständige, vom Litoral des Sees deutlich getrennte, eigenartige Gemeinschaft darstellt. Sie zeigt in der Artzusammensetzung eine sehr große Übereinstimmung mit den Angaben Wiszniewskis von den polnischen Seen und kann als typisch für den eutrophen baltischen See gelten. Abweichungen in der Verteilung und Individuenzahl sind sehr wahrscheinlich jahreszeitlich und witterungsbedingt.

7. Im Vergleich von Erken und Torneträsk kann man sagen, daß das Psammon der beiden Seen ein grundlegend verschiedenes Bild bietet. Dort eine sekundäre, vom angrenzenden Litoral völlig abhängige Gemeinschaft, unter dem Einfluß großer Temperaturschwankungen stehend, mit einer Rotatorienbesiedlung, die vorwiegend davon bestimmt wird, welche Arten das auf den Strand laufende Wasser mitbringt. Hier eine selbständige, unabhängige Biocönose, mit eigenartigen, im Litoral nicht auftretenden Rotatorienformen („typische" Psammonarten) und zur Zeit der Untersuchung fast ausschließlich beeinflußt von den im Sand herrschenden Strömungsverhältnissen. Nur der Nährstoffgehalt scheint hier wie dort die gleiche entscheidende Rolle zu spielen.

Literaturverzeichnis.

Edmondson, W. T., 1948: Two new species of Rotatoria from sand beaches, with a note on Collotheca wiszniewskii. Trans. Amer. Micr. Soc. vol. 67/2.

Myers, F. J., 1936: Psammolitoral Rotifers of Lenape and Union Lakes, New Jersey. Amer. Mus. Novitates Nr. 830.

Neel, J. K., 1948: A limnological investigation of the psammon in Douglas Lake. Trans. Amer. Micr. Soc. vol. 67/1.

Pennak, R. W., 1940: Ecology of the micr. Metazoa inhabiting Sandy Beache. Ecol. Monogr. 10.

— 1950: Comparative Ecology of the interstitial fauna of freshwater and Marine Beaches. Coll. intern. Rech. Scient. Ecol. Paris.

Ruttner-Kolisko, A., 1953: Psammonstudien I. Das Psammon des Torneträsk in Schwed.-Lappland. Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss., Abt. I, Bd. 162/3.

Varga, L., 1938: Vorläufige Untersuchung über die mikrosk. Tiere des Balaton-Psammons. Arb. ungar. biol. Forsch. Inst. Tihany. vol. X.

Wiszniewski, J., 1934: Les Rotifères psammiques. Ann. Mus. Zool. Polon. X/19.

— 1936: Notes sur le Psammon III. Arch d'Hydrobiol. et Ichtyol. X.

Wulfert, K., 1936: Rädertierfauna Deutschlands II. Arch. Hydrobiol. 30.